

Таблица 1. Физико-механические свойства образцов керамики AlON, полученных на основе субмикронных порошков

№ образца	Содержание Y_2O_3 , мас. %	Диаметр образца, мм	T (ИПС), °C	P_o , %	$\rho_{\text{кжж}}$, г/см ³	$\rho_{\text{отн}}$, %	K_{IC} , МПа·м ^{1/2}	H_v , ГПа
1	0	50	1600	0,2	3,64	98,4	3,6	17
2	0,6	50		0,1	3,67	99,2	3,7	17
3	0	50	1700	0,8	3,61	97,6	3,5	17
4	0,6	50		0,1	3,66	98,9	3,5	17

AlON данным методом до сих пор были проведены лишь на образцах диаметром не превышающем 20 мм.

Таким образом, целью данной работы является синтез образцов керамики на основе AlON диаметром 50 мм методом ИПС и изучение влияния гранулометрического состава исходных порошков, введения добавки Y_2O_3 и условий синтеза на процессы их спекания, фазообразования и физико-механические свойства.

Для проведения исследований из смесей микронных и субмикронных порошков Al_2O_3 и AlN были изготовлены образцы керамики с добавкой и без добавки Y_2O_3 в количестве 0,6 мас. % методом ИПС при температурах 1600 и 1700 °C с выдержкой в течение 1 ч и давлении 50 МПа.

Результаты измерений пористости, плотности и микротвердости образцов показали, что использование субмикронных порошков для синтеза керамики является более предпочти-

тельным, поскольку приводит к интенсификации процесса образования фазы AlON и повышению ее физико-механических свойств.

В таблице 1 представлены значения физико-механических свойств образцов керамики AlON, полученных на основе субмикронных порошков. Установлено, что образцы, содержащие спекающую добавку Y_2O_3 , характеризуются меньшей открытой пористостью, более высокой плотностью и трещиностойкостью, что объясняется взаимодействием Y_2O_3 с Al_2O_3 в процессе спекания с образованием жидкой фазы между зёрнами, которая способствует более полному фазовому превращению AlN и Al_2O_3 в AlON. При этом повышение температуры ИПС до 1700 °C приводит к снижению значений физико-механических свойств. Вероятно, это может быть обусловлено большим размером зёрен AlON, образовавшихся в процессе ИПС при более высоких температурах.

Список литературы

1. McCauley J. W. et al. // *Journal of the European Ceramic Society*, 2009. – V.29. – №2. – P.223–236.
2. Li X., Luo J., Zhou Y. // *Journal of the European Ceramic Society*, 2015. – V.35. – №7. – P.2027–2032.
3. Sahin F. C., Kanbur H. E., Apak B. // *Journal of the European Ceramic Society*, 2012. – V.32. – №4. – P.925–929.

КОРРОЗИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ НИКЕЛЯ ПРИ ОСАЖДЕНИИ ИММЕРСИОННЫХ ПОКРЫТИЙ

М.Г. Захарова

Научный руководитель - к.х.н. Л.Е. Устиненкова

ООО «ЭДМ-К1»

19202, Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Б. Смоленский 10, L.Ustinenkova@gmail.com

Иммерсионные покрытия благородными металлами золотом и серебром находят широкое применение в производстве печатных плат и микроэлектронике как финишное покрытие под пайку и сварку. Наиболее известные из них химический никель – иммерсионное золото, им-

мерсионное серебро по меди, химический никель – иммерсионное серебро и т.д. Химический никель для представленных финишных покрытий является барьерным слоем и предотвращает диффузию металла – основы печатной платы на поверхность. Иммерсионное золото или серебро

защищают поверхность химического никеля от окисления, а процессы сборки происходят на поверхности никеля.

Осаждение иммерсионных покрытий – частный случай коррозии – основывается на протекании электрохимической реакции контактного обмена между электроотрицательным металлом основой (никель или медь) и ионами электроположительного металла (золото или серебро) в растворе. Скорость реакции определяется коррозионным поведением электроотрицательного металла, составом раствора, концентрацией ионов электроположительного металла в растворе и режимами проведения процесса.

Технологическая схема осаждения покрытия химический никель – иммерсионное золото включает в себя следующие этапы: подготовка поверхности, палладиевая активация, осаждение химического никеля толщиной не менее (3–4) мкм при температуре 90 °С и иммерсионное золочение при температуре 75 °С. Толщина иммерсионного покрытия при концентрации золота в растворе 1,0 г/л за 10 минут достигает 0,15 мкм, за 20 минут – 0,20 мкм. Покрытие прекрасно выдерживает несколько циклов пайки при монтаже электронных компонентов и сохраняет свое назначение после длительного межоперационного хранения. Имеются положительные результаты при монтаже ультразвуковой сваркой. Иммерсионное серебряное покрытие по меди толщиной 0,25 мкм уступает золотому. Срок межоперационного хранения значительно сокращается за счет склонности серебра к потемнению и взаимной диффузии между медью и серебром. Осаждение в этом случае промежуточного покрытия химического никеля исключит влияние диффузии меди.

Химический никель представляет собой сплав никеля с фосфором. Именно от содержания фосфора в сплаве зависит качество осаждаемых серебряных покрытий. В данной работе сделан акцент на изучение растворения сплава никель – фосфор при осаждении иммерсионного серебра, которое можно характеризовать как коррозионное поведение сплава никель-фосфор.

Анодные поляризационные кривые рас-

творения никеля и сплавов никеля различного состава получали на потенциостате типа Р-30J фирмы Elins в потенциодинамическом режиме со скоростью развертки 2 мВ/с в растворах для осаждения иммерсионного серебра. Опытные образцы (рабочий электрод) изготавливали из никелевой ленты марки НП2 с осажденным на нее химическим никелем толщиной не менее 10 мкм. В работе исследовали никелевые покрытия с содержанием фосфора (вес. %): 0; 6,4 и 12,2. Электрод сравнения – насыщенный хлоридсеребряный.

Анодная поляризационная кривая растворения кристаллического никеля в растворе, содержащем сульфаминовую кислоту как основной компонент, характеризуется наличием области активного растворения и протяженной площадкой пассивации 1000 мВ при 0,36 А/дм². Высокая коррозионная устойчивость никелевых покрытий объясняется образованием на поверхности дефектной кристаллической структуры никеля плотной оксидной пленки NiO, которая ограничивает контакт с раствором кислоты. При растворении химически осажденного никеля с содержанием фосфора в покрытии 6,4 вес.% и 12,2 вес.% и характеризующегося аморфной структурой, вид поляризационной кривой существенно изменяется. Область пассивности исчезает и наблюдается заметный рост анодного тока в области потенциалов от –100 до 300 мВ. При этом на поверхности никеля при длительном растворении образуется пористый, плохо сцепленный черный слой фосфора. Это заметно выражается при содержании фосфора 12,2 вес.%.

Сравнение полученных результатов потенциодинамических измерений в исследуемых растворах указывает на низкую коррозионную устойчивость аморфного сплава Ni–P с содержанием фосфора 12,2 вес.% по сравнению с никелем с кристаллической структурой. Именно с низкой коррозионной устойчивостью связан выбор химического никеля в качестве подслоя в иммерсионных покрытиях. Именно это свойство дает возможность осаждать равномерные иммерсионные покрытия золотом и серебром.